

平成21年度～平成23年度

蒸暑期にも有効な超高断熱・高気密住宅 (パッシブハウス)に関する技術開発 (エネルギー)



ハイシマ工業株式会社 (代表取締役 齋島 一弘)



京都工芸繊維大学 (工芸科学研究科 准教授 芝池 英樹)



摂南大学 (理工学部 教授 森山 正和)



神戸大学 (工学部 准教授 竹林 英樹)

株式会社ヤノ技研 (代表取締役 矢野 直達)

- 背景：ヨーロッパ・北米では、暖房負荷を限りなくゼロに削減するための木質系の超高断熱・高気密外皮設計技術が進展・普及。
- 目的：日本の蒸暑気候に対して、室内温熱快適性を担保した上で、昼間最大負荷を抑えた外皮＋空調設備の統合省エネルギー技術を開発。
 - 外皮の断熱・気密性能により冷・暖房負荷を可能な限り削減、
 - 潜熱蓄熱材を活用して負荷変動を抑制，エネルギー使用を平準化。
- 導入技術：
 - 建物熱・湿気性状の数値予測を用いた外皮性能設計法、
 - 室内側気密可変透湿膜を活用して外皮構成を調整、
 - 高性能熱回収換気システム、
 - 外皮吸放湿性能を活用した潜熱負荷の平準化、
 - 無機系潜熱蓄熱材の利用。
- 期待される効果：
 - 冷・暖房エネルギー消費と温室効果ガス排出の劇的削減、
 - 外皮内部の湿気性状改善と耐久性向上、
 - 夏期の除湿・冷房負荷抑制、
 - 室内温熱快適性の安定維持、
 - 地場産業の活性化と国内製品活用による内需拡大。

技術開発の概要

- 無機系潜熱蓄熱材や気密可変透湿膜を木質系超高断熱外皮に組み込み、熱回収換気システムと組み合わせ、数値・実験両面から建物の熱・湿気性能を調整し、冷・暖房・除湿負荷が最小・平準化する組み合わせを探り出す。



日射遮蔽装置



引戸による通気

- A. 外皮構成の創造**
- ・ 冷・暖房外皮負荷削減
 - ・ 室内温熱環境安定化
 - ・ 湿度変動の抑制
-
- B. 高性能熱回収換気**
- ・ 冷・暖房外気負荷削減
 - ・ 室温平準化
 - ・ 湿度変動の抑制
-
- C. 無機系潜熱蓄熱材料**
- ・ 冷・暖房負荷変動抑制
 - ・ 室内温熱環境安定化



CASBEE戸建 評価
3.1ポイント Sランク

自立循環型住宅 評価
CO2 31%削減

熱損失係数(Q値)
0.68

気密性能(C値)
0.29cm/m²

■ 外皮内熱・湿気性状、室内温熱快適性と空調エネルギー消費の数値予測・設計法を開発

- 従来型高断熱・高气密住宅の開発・設計は、外皮や建物全体の熱性能に着目した予測・計画が一般的、
- 断熱・気密レベルが向上すると、断熱欠損部分や開口部と外皮の接合部、外壁と屋根の接合部などの断熱材や気密層、透湿防水層の不連続によって思わぬ熱橋部が出現、
- 気づかぬうちに内部結露が進行して、建物や建築部材の耐久性を阻害する危険性を秘めている、
- 本技術開発では、上記の危険性を事前に予測し、問題点を解決すると共に、総合的な性能向上を実現する。

■ 潜熱蓄熱空調の開発

- 制御ロジック改良と、微小負荷にも効率的に対応可能なシステム調整。



エンタルピー制御機器



Technology developments for Passive Houses with improved efficiency against hot and humid summer climate conditions

■ 外皮構成の開発

- 自然エネルギーを活用した冷房・除湿負荷の削減可能性について、高精度で必要十分な数値的検討を容易に実現、
- 木質系超高断熱壁体に無機系潜熱蓄熱材料や気密可変透湿膜を組み込み、高効率な熱回収式第1種換気システムと統合して、相変化温度付近の熱容量と吸・放湿性能を最大限活用、
- 冷房・除湿負荷の抑制可能性が検討可能となる。

■ 外皮 + 空調・換気システムの複合

- 各要素技術は、最近の開発技術を背景に持ち、個別では高性能を保有、
- 追加フィルタによる放射性塵埃除去及び、熱回収のエンタルピー制御
- しかし、各々を組み合わせて建物を構成し、各要素技術が相補的に融合して、建物の性能を最大化するには、調整する余地が十二分にある。

Group	Class	Final pressure drop (test) Pa	Average arrestance (A _m) of synthetic dust %	Average efficiency (E _m) for 0.4 μm particles %	Minimum efficiency ²⁾ for 0.4 μm particles %
Coarse	G1	250	50 ≤ A _m < 65	-	-
	G2	250	65 ≤ A _m < 80	-	-
	G3	250	80 ≤ A _m < 90	-	-
	G4	250	90 ≤ A _m	-	-
Medium	M5	450	-	40 ≤ E _m < 60	-
	M6	450	-	60 ≤ E _m < 80	-
Fine	F7	450	-	80 ≤ E _m < 90	35
	F8	450	-	90 ≤ E _m < 95	55
	F9	450	-	95 ≤ E _m	70

□ 給気: F7

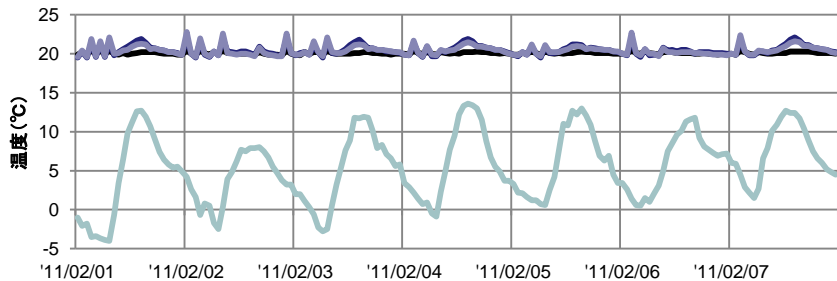
新基準FprEN779:2011のフィルター性能階級

実用化・市場化の状況と技術開発の効率性

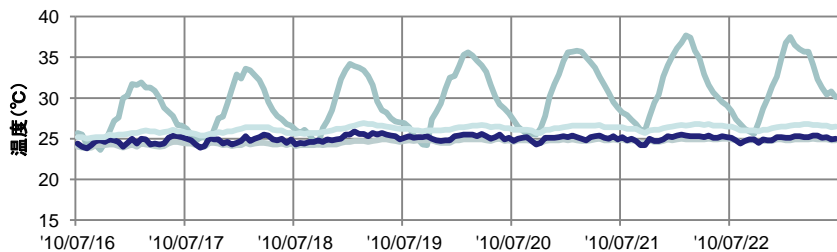
- **超高断熱・高気密住宅（パッシブハウス）**はドイツではパッシブハウスが急速に普及しつつあり、技術水準は実用域に。蒸暑期のある日本の気候では検討・工夫が必要。
- **気密透湿可変膜**はドイツで開発された製品。日本の蒸暑気候に対する有効性を検証。
- **顕熱回収換気システム**はスウェーデン製の高効率な機器が存在し、高温・多湿な日本の夏期気候に対する活用技術を開発。

- **PCM**の蓄熱性能は既に検証が完了。従来の断熱レベルの建築物に関しては空調システムとの組合せ実績。高性能外皮を有する小規模住宅で冷暖房負荷の積算量削減、ピークシフト、負荷平準化と熱的快適性の確保に効果があると考え、実大実験で検証。
- **技術開発の効率性**：実大性能検証から数値予測法を調整し汎用数値設計法を確立、施工法も実物検証した点。

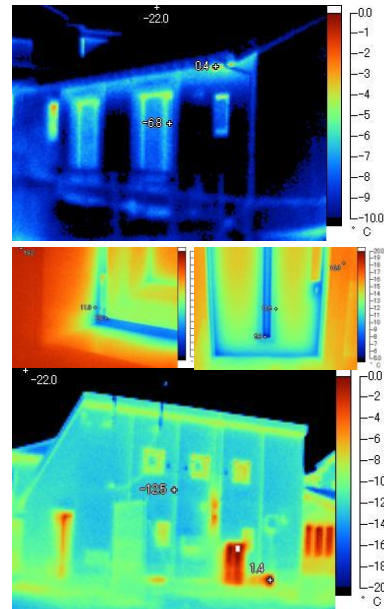
— 外気乾球温度 — 床下空気 乾球温度 — LD空気 乾球温度 — ロフト空気 乾球温度



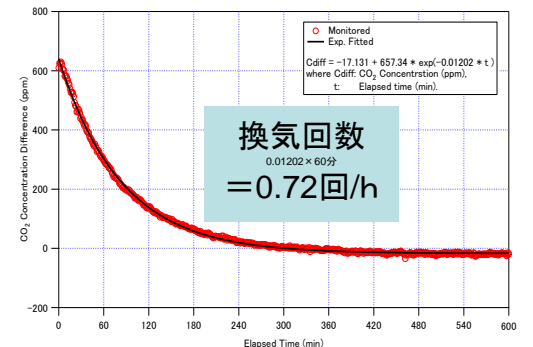
— 外気乾球温度 — 床下グローブ温度 — LDグローブ温度 — ロフトグローブ温度



2010.07 & 2011.02 室内温度状況

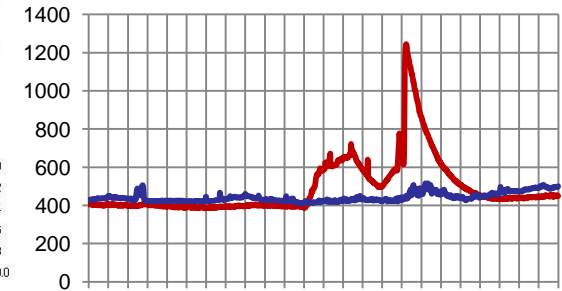


サーモ画像データ



CO2減衰による換気回数測定

— HRAHU RA CO2濃度 — HRAHU OA CO2濃度

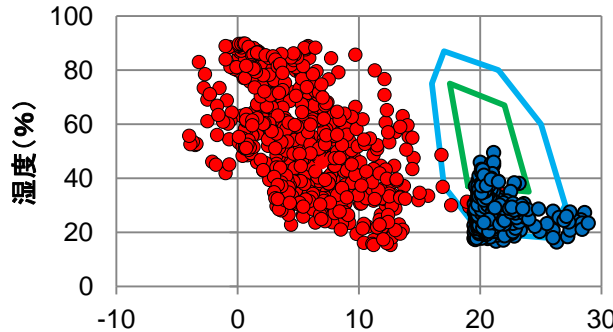


2011.01.05入室によるCO2濃度変化

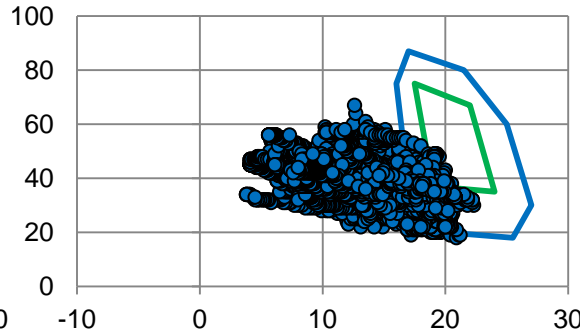
Technology developments for Passive Houses with improved efficiency against hot and humid summer climate conditions

- 建物における使用エネルギーの削減
- 超高気密+熱回収換気システム=放射性物質除染
- 建物内での温熱快適性の安定確保

● 外気 ● LD ● 許容域 ● 推奨域 ● 在来木造1Fgw50 ● 許容域 ● 推奨域

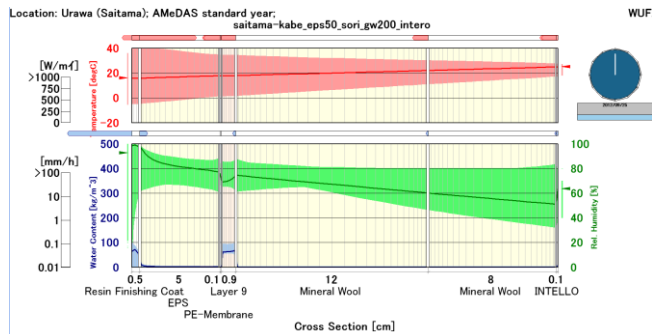


2011.02 パッシブハウス データ



2011.02 木造住宅 データ(参考)

■ 建物外皮の耐久性向上



パッシブハウス外壁(可変性透湿膜)



気密測定状況

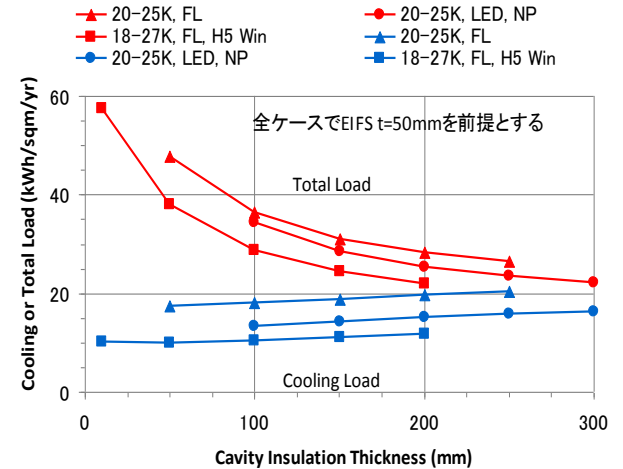
相当隙間面積 : $C=0.29$
 漏気回数 : 0.52 (at 50Pa)
 自然換気回数 : 0.049 ACH



フィルターによる
汚染物質除去



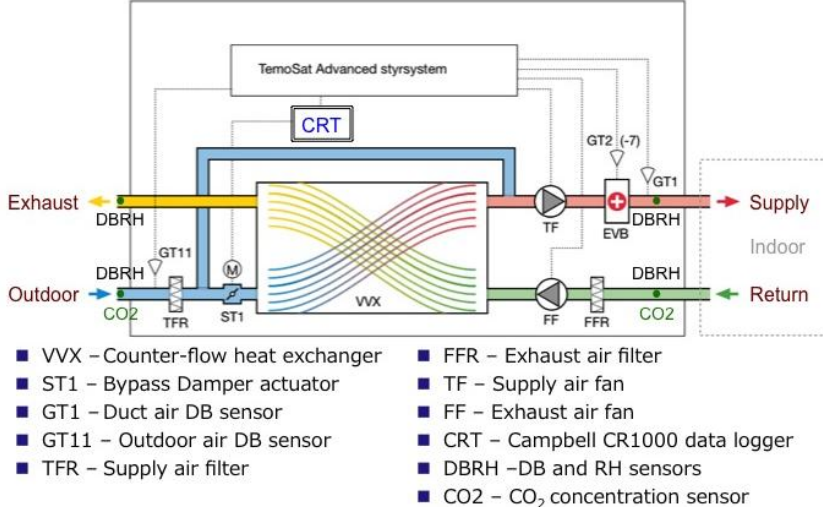
バイパス換気システム



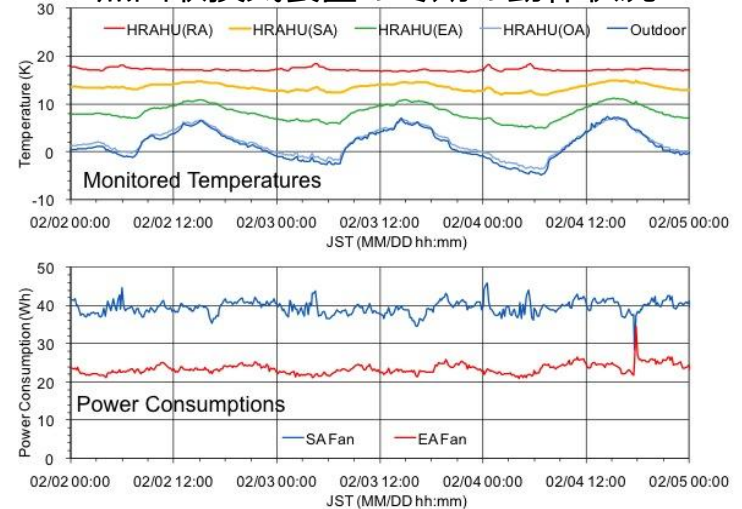
冷暖房負荷 予備検証「WUFI Plus」

技術開発に関する結果(成功点の詳細)

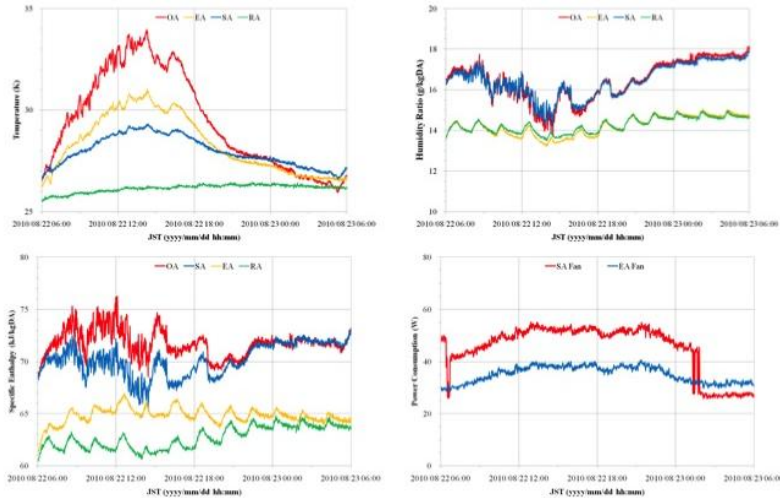
熱回収換気装置に付加した計測・制御システム



熱回収換気装置の冬期の動作状況



熱回収換気装置の夏期の動作状況



熱回収換気装置の濾過放射線量測定結果

項目	単位	設置住戸				
		実験棟 (OA用)	木造改修戸建 (OA用)	RC新築戸建 (OA用)	木造新築戸建て (OA用)	木造新築戸建 (RA用)
所在地		さいたま市見沼区	さいたま市西区	成田市	さいたま市北区	
測定装置	-	LB-200	LB-200	LB-200	LB-2045	LB-200
供試体線量	Bq/kg	7927	13471	11613	145637	38913
供試体質量	g	27	31	43	28	31
線量測定値	Bq/l	123	240	287	0	4021
測定誤差	Bq/l	26	29	24	313Bq/kg	38
濾過総線量	Bq	792.7	1347.1	1161.3	14563.7	3891.3
使用開始日		2011/05/16	2011/04/18	2011/08/22	2011/03/15	2011/03/15
使用終了日		2012/01/06	2011/10/15	2012/01/31	2012/03/01	2012/03/01
線量濾過率	mBq/m ³	1.133	1.114	1.333	21.549	2.879
Cs-137の吸引摂取率	μ Sv/Bq	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039
一人当たりの期間吸引被曝線量低減量	μ Sv/人	0.156	0.117	0.126	4.437	0.593
一人当たりの年間吸引被曝線量低減率	μ Sv/人/年	0.242	0.238	0.285	4.601	0.615

Technology developments for Passive Houses with improved efficiency against hot and humid summer climate conditions

技術開発の完成度，目標達成度と残された課題



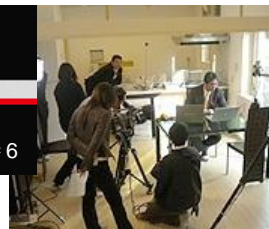
- 助成終了後も，平成25年3月末まで計測を継続し，計3年超の詳細実験データを蓄積。
- 平成25年5月からは、賃貸居住状況に備え屋内熱・湿気環境の基本性能をモニタリング中。
- 平成25年5月には、スウェーデンの低エネルギー消費住宅と熱回収換気システムを視察し、本技術開発のコスト効率改善に向けて情報収集・検討中。
- **残された課題**：新築・改修住宅のエネルギー性能に対する顧客の要求レベルは最近上昇傾向。本技術開発成果に対する追い風と言えるので，各要素技術のコスト効率改善による市場競争力の向上が可能なら普及は難しくないと想定。建築工程の高効率化等を含む改善策の試行が急務。



Technology developments for Passive Houses with improved efficiency against hot and humid summer climate conditions

今後の見通し

- 東日本大震災の後遺症もあり、エネルギー使用量削減は緊急課題、
- 停電時にも室内環境を健全・快適に維持する技術需要が急増、
- 室内温熱快適性を担保した、省エネ・高耐久性能の提供は急務、
- 将来需要を考慮し小規模住宅の実物試験体を建設して実測検証、
- 技術普及を視野に入れて体感展示施設としても活用、
- 着実な需要増加：講演会・見学会の開催、マスコミの取材*1~10
- 内需拡大促進：在来木造軸組工法を前提に地場建材を採用し、国産の機器を最大に活用できる組合せを模索して試験家屋を建設、
- 実測による長期性能検証の継続、
- 市場での実際需要は、本技術開発が確立した超高断熱・高気密住宅よりは少し下のグレードの価格帯に有ると想定。平成25年5月のスウェーデン視察ではこれを確信。
- 確立した設計・施工手法は、昨今開発が急がれているネットゼロエネルギー住宅に直ぐに応用出来る状態に有る。



- *1 : 2009.05.20 埼玉建設新聞 記事
- *2 : 2009.12.09 さいたまパッシブハウス完成披露見学会及びNPO外断熱推進会議セミナー
- *3 : 2009.12.10 埼玉新聞 記事
- *4 : 2009.12.17 埼玉建設新聞 記事
- *5 : 2010.02 号住宅ジャーナル 記事
- *6 : 2010.04.02 NHKワールド「NEWS LINE」放送
- *7 : 2010.11.11 日本経済新聞 記事
- *8 : 2010.12.15 日刊工業新聞 記事
- *9 : 2011.01.03 環境ビジネス.jp 記事
- *10 : 2011.06.13 週刊住宅 記事